

## **Ryzyko powodziowe w małych zlewniach górskich a sposoby zagospodarowania obszarów zalewowych zapisane w aktach planistycznych. Studium przypadku Makowa Podhalańskiego i Kasinki Małej**

---

### **Flood risk in small mountain catchments and floodplains management methods stored in the files of planning. Case study: Maków Podhalański and Kasinka Mała**

***Paweł Franczak, Karolina Listwan***

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie  
e-mail: p.franczak@uj.edu.pl; karolina.listwan@doctoral.uj.edu.pl

*Zarys treści:* Gwałtowne wezbrania w małych zlewniach często mogą być przyczyną znacznych strat materialnych. W pracy dokonano analizy zagospodarowania przestrzennego obszarów zalewowych w dwóch małych zlewniach beskidzkich – Księżego Potoku w Makowie Podhalańskim oraz Kasinianki w Kasince Małej. W obu zlewniach w ciągu ostatnich kilku lat wystąpiły powodzie błyskawiczne. Na podstawie analizy miejscowych dokumentów planistycznych dokonano oceny wpływu sposobów zagospodarowania na kształtowanie się poziomu ryzyka powodziowego. Wyniki wykazały, że strefa bezpośredniego zagrożenia powodzią, jeżeli taka została w zlewni wyznaczona, jest znacznie mniejsza w porównaniu z obszarami zalewanymi podczas powodzi historycznych a proponowanymi w dokumentach

planistycznych lub obserwowanymi w terenie. Sposób zagospodarowania terenów istotnie wpływa na wzrost poziomu ryzyka powodziowego. Wskazano rozwiązania, które mogą przyczynić się do jego ograniczenia.

*Słowa kluczowe:* powódź, ryzyko powodziowe, zlewnia Skawy, zlewnia Raby

*Abstract:* Flooding in small catchments can be often the cause of major damages. The paper presents an analysis of spatial management of floodplains in two small catchments – the Księży Stream in Maków Podhalański, and the Kasinianka Stream in Kasinka Mała. Flash floods have occurred in both catchments. We analyzed the effect of land management methods on the level of flood risk. The results showed that the majority of small catchments do not have properly designated flood risk zones. Flood areas (if designated) are narrower than the areas flooded during major floods in the past, or those observed during the present floods. The land management method of the inundated area significantly influences flood risk. We propose some ideas to solve these problems.

*Keywords:* flood, flash flood, flood risk, Skawa catchment, Raba catchment

## Wprowadzenie

Badania dotyczące powodzi błyskawicznych koncentrują się przede wszystkim na opisie przebiegu powodzi, powstałych w jej wyniku strat materialnych i przekształceń geomorfologicznych w obrębie stoków i dolin rzecznych (Dębski 1969; Ciepeliowski 1970; Żurawek 1999; Lach i Lewik 2002; Majewski 2002; Gorczyca 2004; Bryndal i in. 2008; Bryndal 2009, 2011). W ostatnich latach coraz częściej podejmuje się próby regionalnej analizy tych zjawisk (Gaume i in. 2009; Bartnik i Jokiel 2012; Bryndal 2014a). Impulsem do tego typu analiz były szeroko zakrojone badania prowadzone w ramach międzynarodowego programu HYDRATE (Hydrometeorological data resources and technologies for effective flash flood forecasting), w którym podjęto się analizy tych zjawisk w odniesieniu do pięciu hydro-meteorologicznych regionów Europy (Gaume i in. 2009). Wydaje się, że wzrost zainteresowania tą tematyką jest poniekąd spowodowany wielkością strat, jakie powodują tego typu powodzie. Oczywiście, porównując straty wyrządzone przez powodzie powstałe z opadów rozlewnych (Bartnik i Jokiel 2012), można odnieść wrażenie, że straty spowodowane przez powodzie błyskawiczne są stosunkowo niskie. Warto jednak podkreślić, że powodzie błyskawiczne oraz straty wyrządzane przez nie winny być rozpatrywane w nieco innej skali przestrzennej. Odnosząc bowiem straty powodziowe do budżetów powiatu/gminy okazuje się, że zjawiska te stanowią znaczący problem dla lokalnych samorządów. Wzrost presji

osadniczej oraz postępujące zagospodarowane w obrębie den dolin małych lokalnych cieków w przypadku wystąpienia wezbrania może być przyczyną znaczących strat (Cabaj i in. 2002; Ziętara 2002; Bryndal 2011).

W związku z tym, że powodzie błyskawiczne są zjawiskami lokalnymi (Bryndal 2008), nie poświęca się im szczególnej uwagi. Analizując opracowania, które mają wspomagać prowadzenie działań powodziowych, można odnieść wrażenie, że powodziom tego typu nadaje się drugorzędne znaczenie (*Raport...* 2011). Działania te można wiązać z brakiem odpowiednio szczegółowych informacji o tych zjawiskach (*Raport...* 2011) oraz brakiem odpowiednich danych, które pozwoliłyby chociażby przeprowadzić „klasyczną ocenę” (*Raport...* 2011) poziomu ryzyka powodziowego w małych zlewniach (Bryndal 2014a, c).

Na obszarach górskich zagrożenie powodziowe związane jest głównie z wezbrańmi występującymi w dnach dolin większych rzek. Warto jednak zwrócić uwagę, że spore zagrożenie powodziowe stwarzają również wezbrania występujące w małych zlewniach (Bryndal 2008, 2011; Pociask-Karteczka i Żychowski 2014). Największe zagrożenie związane jest z występowaniem gwałtownych wezbrań spowodowanych krótkotrwałymi, bo trwającymi kilka godzin, i intensywnymi opadami deszczu (Parczewski 1960). Opady tego typu obejmują swym zasięgiem niewielki obszar – zazwyczaj jest on mniejszy niż 100 km<sup>2</sup>, przy czym w 50% przypadków nie przekracza on 25 km<sup>2</sup> (Lenart 1993; Bryndal 2010), i powodują wezbrania w zlewniach, których powierzchnia z reguły nie przekracza 40 km<sup>2</sup> (Bryndal 2008). Na wzrost poziomu zagrożenia powodziowego mogą mieć również cechy zlewni, które przyspieszają proces transformacji opadu w odpływ, predysponując zlewnie do formowania gwałtownych wezbrań (Bryndal 2014a).

Straty powodowane przez powodzie błyskawiczne można w znacznym stopniu zmniejszyć poprzez działania na rzecz ograniczenia tzw. ekspozycji i wrażliwości na powódź (Konieczny i in. 2012; Bryndal 2014a, c). Podobnie prowadzenie odpowiedzialnej polityki w planowaniu przestrzennym pozwala ograniczyć poziom ryzyka powodziowego (Słysz i Pałowska 2010).

Celem opracowania jest rozpoznanie zagrożeń, wynikających z nieprawidłowego zagospodarowania przestrzennego obszarów zalewowych w dwóch małych zlewniach górskich. Dokonano tego w oparciu o analizę: 1) zgodności granic stref zalewowych wyznaczonych w dokumentach planistycznych z zasięgiem powodzi,

które wystąpiły w tych zlewniach; 2) dominujących typów przeznaczenia planistycznego terenów w dnach dolin.

## Obszar badań

Badania przeprowadzono w dwóch małych zlewniach, w których w ciągu ostatnich kilkunastu lat wystąpiły lokalne powodzie. Szczegółową analizę przeprowadzono na obszarze dwóch miejscowości, Makowa Podhalańskiego i Kasinki Małej, położonych na obszarze Beskidów (ryc. 1).

Maków Podhalański usytuowany jest w zlewni górnej Skawy na pograniczu Beskidu Żywieckiego i Makowskiego i liczy ok. 5 900 mieszkańców. Większość jego zabudowań położona jest w obrębie teras nadzalewowych w miejscu wyraź-



Ryc. 1. Obszar badań: A – Maków Podhalański, B – Kasinka Mała

Objaśnienia: 1 – tereny zabudowane, 2 – las, 3 – użytki rolne, 4 – cieki, 5 – miejscowość, 6 – szczyt górski.

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1. Flooded areas: A – Maków Podhalański, B – Kasinka Mała

Explanations: 1 – built-up areas, 2 – forest, 3 – farmland, 4 – watercourses, 5 – locality, 6 – mountain peak.

Source: author's own work.

nego rozszerzenia doliny Skawy (do 1 km szerokości). Jedynie pojedyncze osiedla wznoszą się na południowych stokach górującej nad miastem Makowskiej Góry.

Przez obszar miasta przepływa kilka niewielkich potoków, wśród których do największych zaliczają się Księży Potok, Rzeczki, Grabce, Staszków, Czarny Potok, które uchodzą do Młynówki, a nią do Skawy. W większości koryta tych potoków nie zaznaczają się wyraźnie w rzeźbie terenu, jedynie w dolnym odcinku największego z nich Księżego Potoku (o powierzchni zlewni 2,15 km<sup>2</sup>), powstał rozległy stożek napływowy, na którym rozbudowało się centrum miasta. Samo koryto zostało natomiast na tym odcinku uregulowane i przesunięte z ścisłego centrum miasta, a w części jego biegu nakryte betonowymi płytami (ryc. 1; Pociask-Karteczka i Żychowski 2014).

Kasinka Mała położona jest na obszarze Beskidu Wyspowego w szerokiej dolinie Kasinianki, pomiędzy Lubogoszczą (696 m n.p.m.), Kiczorą (725 m n.p.m.) a Wierzbanowską Górą (728 m n.p.m.). Miejscowość zamieszkała przez ok. 3 400 osób rozciąga się głównie w dnie doliny, na niskich terasach zalewowych i nadzalewowych, a pojedyncze przysiółki wznoszą się na opadających do doliny stokach. Jej stoki są ponadto intensywnie użytkowane rolniczo, a jedynie strome górne fragmenty stoków Lubogoszczy i Kaczory porasta las. Przepływająca przez miejscowość rzeka (zlewnia o powierzchni 25 km<sup>2</sup>) uchodzi do Raby. Posiada ona w większości dopływy krótkie, lecz o bardzo dużych spadkach, spośród których zdecydowanie największym jest Niedźwiadek (Węglówka), odwadniający Pasma Lubomira i Łysiny. Samo koryto Kasinianki jest natomiast silnie uregulowane, ponieważ wykonano na niej liczne progi i jazy. Kasinka Mała położona jest na obszarze gminy wiejskiej Mszana Dolna w powiecie limanowskim (ryc. 1).

## **Materiały i metody badań**

Zlewnie potoków przepływających przez Maków Podhalański oraz Kasinkę Małą nie są objęte stałą siecią monitoringu hydrologicznego. Ciągły monitoring stanu i przepływu wód w okolicy Makowa Podhalańskiego prowadzony jest na Skawie w Suchej Beskidzkiej, natomiast w Kasince Małej na Rabie. Z tego powodu zasięg i przebieg powodzi starano się odtworzyć korzystając z materiałów audiowizualnych i fotograficznych, które uzupełniono wywiadami przeprowadzonymi

w 2014 r. z mieszkańcami zalanych obszarów oraz pomiarami terenowymi. Do odtworzenia zasięgu powodzi w Makowie Podhalańskim wykorzystano również dokumentację szkód powodziowych, sporządzoną przez Urząd Gminy w tej miejscowości. W Kasince Małej obszar zalewowy wyznaczono podczas kartowania terenowego z użyciem odbiornika GPS, które przeprowadzono tuż po przejściu fali powodziowej w sierpniu 2014 r. (na podstawie śladów wielkiej wody). Warunki meteorologiczne występujące podczas obu powodzi odtworzono na podstawie danych uzyskanych z sieci monitoringu IMGW-PIB, ze stacji pomiarowej w Makowie Podhalańskim (w dolinie Skawy) oraz w Węglówce (dolina Kasinianki). Szkody materialne powstałe w obu miejscowościach oszacowano na podstawie danych otrzymanych z UG w Makowie Podhalańskim i UG w Mszanie Dolnej. Uzyskane mapy zasięgu wielkiej wody skonfrontowano następnie z Miejscowymi Planami Zagospodarowania Przestrzennego dla obu miejscowości. Podjęto próbę oceny zgodności wyznaczonych w dokumentach planistycznych granic stref zalewowych z zasięgiem wielkiej wody, które wystąpiły podczas analizowanych powodzi, tj. tych największych znanych. Następnie przeanalizowano sposoby zagospodarowania obszarów zalewowych, zapisane w obu dokumentach planistycznych oraz ograniczenia ustalone dla tych obszarów.

## **Wyniki**

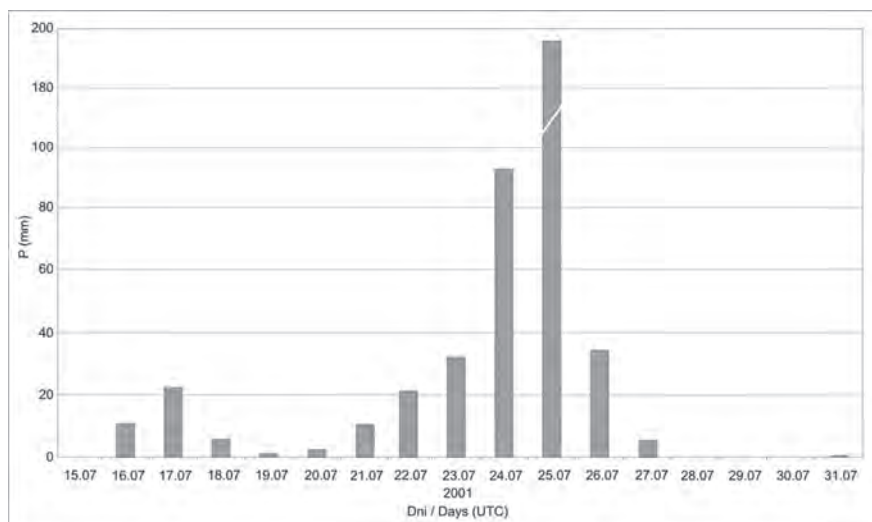
### **Powódź w Makowie Podhalańskim w lipcu 2001 r.**

W lipcu 2001 r. w zlewni górnej Skawy wstąpiła jedna z największych powodzi w historii prowadzonych obserwacji. Do jej wystąpienia przyczyniły się gwałtowne opady deszczu, które wywołane zostały przez głęboki niż, który przemieszczając się znad Niziny Węgierskiej, po przekroczeniu łuku Karpat, utrzymywał się przez kilka dni nad obszarem południowo-wschodniej Polski (Lach i Lewik 2002). W następstwie wystąpienia takiego układu ciśnienia na froncie, w kierunku północnym transportowane były ciepłe masy powietrza, z kolei w kierunku przeciwnym – chłodne i wilgotne (Franczak 2013).

Pierwsze silne opady deszczu odnotowane zostały na obszarze zlewni górnej Skawy w dniach 16–17 lipca, gdy sumy opadów wynosiły od 30 do 65 mm. Następnie wystąpił kilkudniowy okres z mniejszymi opadami, po którym od

22 lipca rozpoczął się główny okres opadowy trwający do 27 lipca. W dniu 24 lipca w Makowie Podhalańskim spadło 94,6 mm opadu, natomiast następnego dnia na silnie uwilgotnioną zlewnię wystąpił katastrofalny opad, który w ciągu doby wyniósł 190,8 mm (Franczak 2013, 2014). Najintensywniejsze opady z centrum opadowym, znajdującym się nad Makowską Górą, wystąpiły między godz. 18.00 a 21.00, gdy odnotowano ok. 150 mm opadu (Bryndal 2014 b). W trakcie trwania rozlewnych opadów deszczu, które wystąpiły od 15 do 27 lipca, w Makowie Podhalańskim spadło aż 457,8 mm opadu. W ciągu 5 dni najintensywniejszych opadów ich suma wyniosła 392,7 mm (ryc. 2; Franczak 2013)

Powódź, która wystąpiła na badanym obszarze, była największą w historii od czasu rozpoczęcia prowadzenia pomiarów na posterunku w Suchej Beskidzkiej w 1886 r. W dniu 25 lipca, w godzinach porannych, Skawą w Suchej Beskidzkiej przepływało 308 m<sup>3</sup>/s, natomiast o godz. 13.00 na Skawie w Osielcu odnotowano maksymalny przepływ w historii, który wówczas wyniósł 478 m<sup>3</sup>/s. Podczas gdy w górnym biegu Skawy poziom wody zaczął już powoli opadać w okolicy Makowa



Ryc. 2. Dobowe sumy opadów w Makowie Podhalańskim w dniach 15–31 lipca 2001 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB.

Fig. 2. Daily precipitation totals in Makow Podhalański on 15–31 July 2001

Source: author's own work based on data from IMGW-PIB.

Podhalańskiego wystąpił opad, który spowodował gwałtowne wezbranie górskich potoków oraz samej Skawy w środkowym odcinku jej biegu. O godz. 21.00 wezbrana Skawa osiągnęła w Suchej Beskidzkiej najwyższy przepływ w historii, który wyniósł  $737 \text{ m}^3/\text{s}$  (Franczak 2013). Spośród potoków przepływających przez Maków Podhalański największy przybór wody wystąpił w Księżym Potoku, którego poziom podniósł się o ok. 3 m, powodując zalanie dna doliny do wysokości ok. 1,5 m. Jego wezbrane wody, podobnie jak i innych przepływających przez miasto potoków, spowodowały powstanie w jego obszarze rozlewisk o wysokość od ok. 0,5 do 1,5 m (fot. 1).



Fot. 1. Powódź w Makowie Podhalańskim w 2001 r. (fot. P. Melzer)

Photo 1. Floods in the Maków Podhalański in 2001 (photo by P. Melzer)

W wyniku wystąpienia powodzi zniszczeniu uległo 191 mieszkań, spośród których 8 budynków zostało w tak znacznym stopniu zniszczone, że po powodzi zostało rozebranych. Zniszczeniom uległa także sieć wodociągowa (0,9 km) i kanalizacyjna (4,4 km), a także 58,2 km dróg gminnych i 27 mostów. Powstałe starty w infrastrukturze komunalnej wyniosły ok. 16 mln zł (Meldunek... 2005).



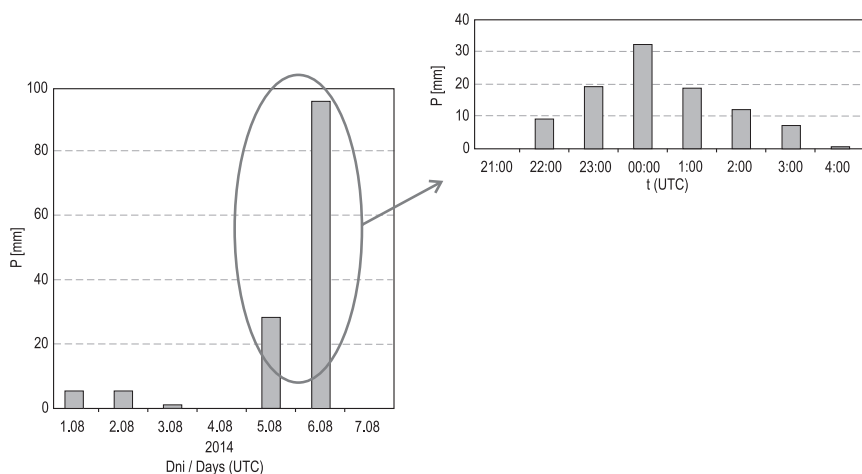
## **Powódź w Kasince Małej w sierpniu 2014 r.**

W trzeciej dekadzie lipca i na początku sierpnia warunki pogodowe nad Europą Środkową kształtował rozległy wyż skandynawski, który powodował napływ nad obszar Polski gorących mas powietrza ze wschodu. Jednak na początku sierpnia nad Wyspami Brytyjskimi zaczął zanikać ośrodek niżowy ustępując miejsca tworzącemu się nowemu ośrodkowi u południowych wybrzeży Grenlandii. Z kolei znad południowego zachodu do wnętrza Europy zaczął wkraczać rozleglejszy klin wysokiego ciśnienia z ośrodkiem nad Atlantykiem. Taki rozkład ciśnienia spowodował napływ nad Polskę chłodnego powietrza polarnego morskiego znad Atlantyku, które powodowało wypieranie na wschód Europy gorącego powietrza zwrotnikowego. Doprowadziło to do uformowania się pomiędzy tymi dwiema różnymi masami powietrza chłodnego frontu atmosferycznego z intensywnymi opadami deszczu i gwałtownymi burzami.

W dniu 5 sierpnia formowały się nad Beskidem Wyspowym komórki burzowe, powodujące gwałtowne deszcze w dorzeczu Raby. W zlewni Kasinianki pierwsze intensywne opady wystąpiły wczesnym popołudniem, gdy w ciągu dwóch godzin, od 14.00 do 16.00, spadło 28 mm opadu. Główna fala opadów wystąpiła w godzinach nocnych. Intensywne opady deszczu rozpoczęły się ok. godz. 23.00 i trwały do godz. 5.00 następnego dnia. Ich największe natężenie wystąpiło pomiędzy 1.00 a 2.00 i wyniosło 31 mm na godzinę. W ciągu sześciu godzin nawalnego opadu odnotowano na stacji pomiarowej w Węglówce 95,2 mm opadu (ryc. 3).

Intensywny opad deszczu spowodował gwałtowną reakcję cieków, co przyczyniło się do uformowania się wysokiej fali wezbraniowej. Pierwsze niewielkie podtopienia wystąpiły już po godzinie trwania opadu. Największy przybór wód wystąpił ok. godz. 2.30–3.30, gdy poziom wody w korycie podniósł się miejscami nawet o ponad 5 m. Doszło wówczas do zalania całego dna doliny Kasinianki nawet do wysokości 2,5 m ponad dno cieku. Szerokość powstałego rozlewiska wyniosła od ok. 120 m do 220 m. Gwałtownie spiętrzona fala wezbraniowa bardzo szybko opadła i już po dwóch godzinach wezbrane wody Kasinianki mieściły się w obrębie koryta.

W wyniku wystąpienia na obszarze Kasinki Małej powodzi powstały ogromne szkody materialne. Zalanych bądź podtopionych zostało 75 budynków mieszkalnych, 9 produkcyjno-handlowych, 6 usługowych oraz 4 budynki użyteczności publicznej. Ponadto szkody odnotowano w ok. 70 budynkach gospodarczych.



Ryc. 3. Sumy opadów w Węglówce w dniach 1–8 sierpnia 2014 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB.

Fig. 3. Precipitation totals in Węglówka on 1–8 August 2014

Source: author's own work based on data from IMGW-PIB.

Ogromne szkody wystąpiły również w infrastrukturze technicznej (fot. 2). Na obszarze miejscowości zniszczeniu uległo 7 mostów, przepusty drogowe, sieć kanalizacyjna i wodociągowa oraz drogi. Straty w infrastrukturze komunalnej wyniosły ok. 10 mln zł.

## Analiza zagospodarowania obszarów zalewowych

Analiza Miejskowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP) wykazała, że strefy zagrożenia powodziowego wyznaczane są w głównej mierze dla MPZP obligatoryjne jest wytyczenie strefy obszarów zalewowych dla tzw. wody stuletniej (1%) (Ustawa... 2003). W Makowie Podhalańskim tereny zagrożone wystąpieniem tzw. wody stuletniej (1%), znajdujące się nad Skawą, przeznaczone są jako tereny zieleni urządzonej (ZU1), tereny zieleni leśnej (ZL1), tereny zieleni nieurządzonej o szczególnym znaczeniu przyrodniczym (ZN1), tereny zieleni z obiektami sportu i rekreacji (US1) oraz tereny obiektów i urządzeń infrastruktury

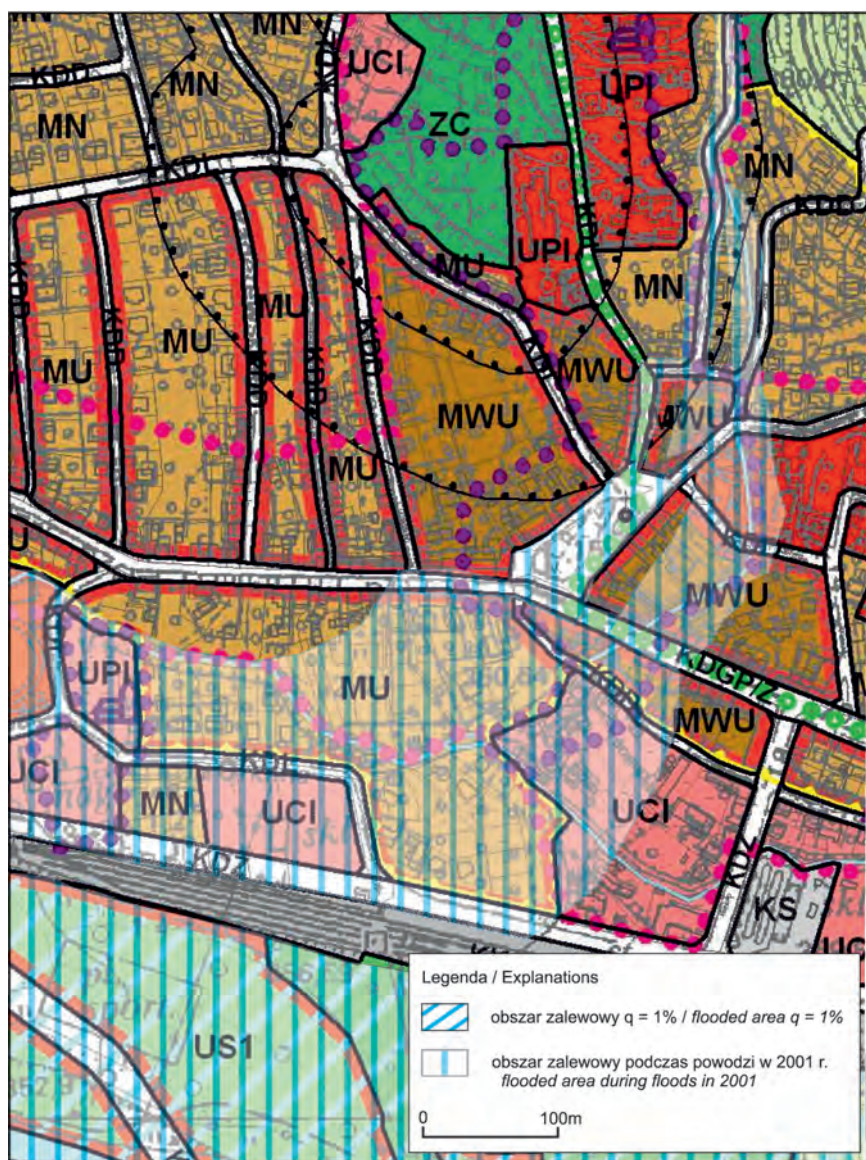


Fot. 2. Powódź w Kasince Małej w 2014 r. (fot. P. Franczak)

Photo 2. Floods in the Kasinka Mała in 2014 (photo by P. Franczak)

technicznej w zakresie zaopatrzenia w wodę (WZ1). Stanowią one obszar strefy zalewowej, dlatego też na ich obszarze występują znacznie większe obostrzenia w zagospodarowaniu przestrzeni, niż ma to miejsce na obszarach o tym samym przeznaczeniu, lecz nieobjętych zagrożeniem powodziowym. Dominują tu tereny porośnięte przez lasy łęgowe oraz łąki i pastwiska nadrzeczne, jednak na części terenu zagrożonego zalaniem wyznaczono również obszary przeznaczone pod infrastrukturę sportową (stadion sportowy; szlaki jazdy konnej). Istniejące w tej strefie obiekty pozostawia się jednak do utrzymania, z możliwością przeprowadzenia remontów. Dotyczy to głównie terenów zieleni urządzonej, gdzie mieszczą się ogródki działkowe (MPZP Makowa Podhalańskiego... 2007) (ryc. 4).

Znacznie gorzej wygląda sytuacja w przypadku wyznaczania stref zalewowych wzdłuż cieków niższego rzędu oraz sam sposób i przeznaczenie ich zagospodarowania. W przypadku zlewni o powierzchni do ok. 50 km<sup>2</sup> sytuacja przedstawia się dwójako. Część z nich posiada wyznaczone strefy zalewowe tzw. wody stuletniej (1%),



Ryc. 4. Obszar zalewowy w Makowie Podhalańskim w 2001 r.

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 4. Flooded areas in the Maków Podhalański in 2001

Source: author's own work.

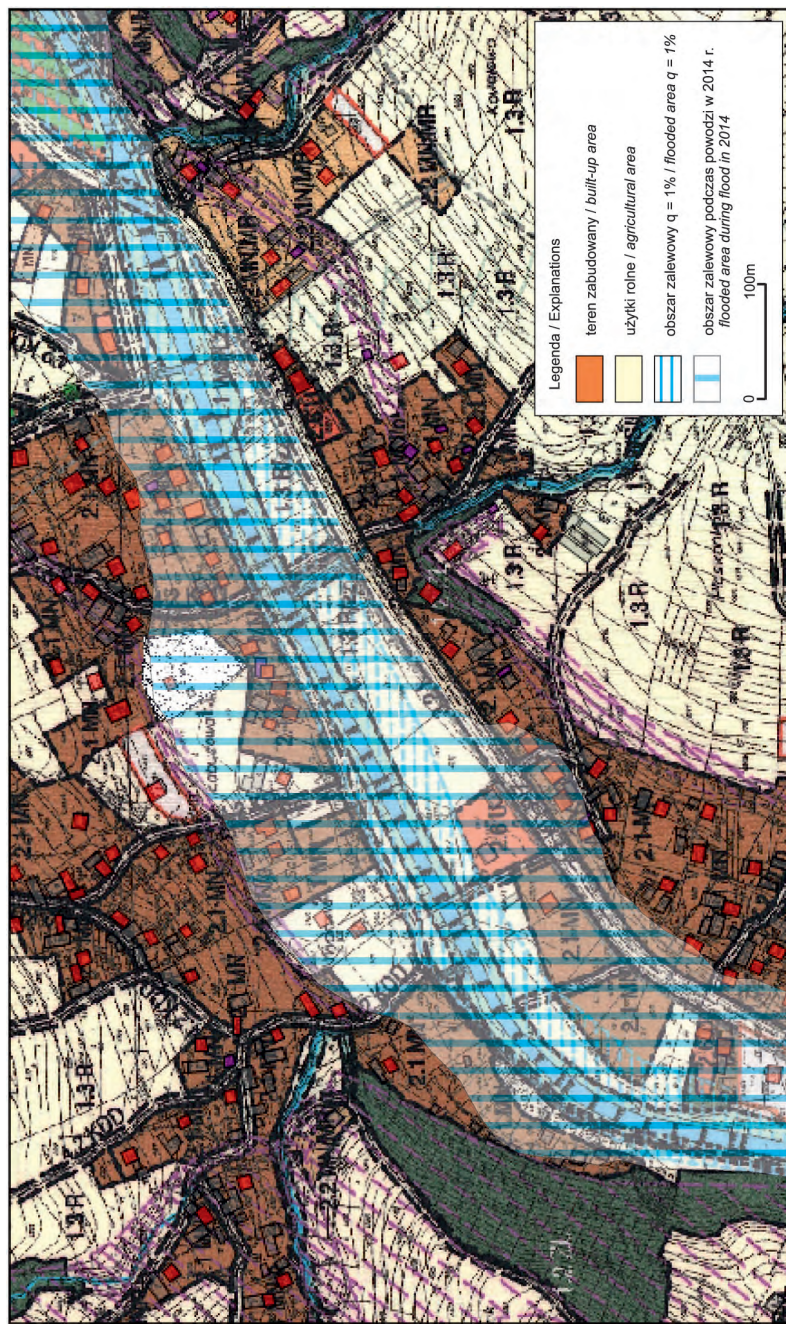
jednak inne już nie. Taka strefa wyznaczona została w Kasince Małej wzdłuż Kasinianki, jednakże potencjalna strefa zalewowa na tym obszarze jest znacznie szersza, co potwierdziła katastrofalna powódź, która wystąpiła w 2014 r. Według zapisów MPZP tzw. wodą stuletnią (1%) nie są zagrożone na obszarze miejscowości niemal żadne zabudowania mieszczące się wzdłuż rzeki. Natomiast w strefie zalewów znajdują się tereny wód otwartych wraz z obudową biologiczną (WS/ZI) oraz tereny rolnicze (R/zz). Jedynie w pojedynczych przypadkach obszary zalewowe pokrywają się z terenami zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (MN). Ponadto na obszarze zalewowych znajdują się obszary urządzeń sportowych (US/zz), na których mieści się stadion sportowy oraz zespół boisk sportowych „Orlik” (MPZP Kasinki... 2004; ryc. 5).

Podczas powodzi w 2014 r. zasięg wód powodziowych na Kasinianie w Kasince Małej był jednak znacznie większy niż wyznaczony obszar tzw. wody stuletniej (1%) i objął swym zasięgiem niemalże całe dno doliny. Zalane wówczas zostały głównie obszary zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (MN), ale także tereny usługowe (U) i rolnicze (R) (MPZP Kasinki... 2004; ryc. 5).

## Dyskusja i wnioski

Analiza dwóch przypadków powodzi błyskawicznych wykazała, że stosunkowo niewielkich rozmiarów cieki istotnie wpływają na poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego. Ocena poziomu ryzyka powodziowego w małych zlewniach nie jest łatwa ze względu na brak opracowań pokazujących granice stref zalewowych. Takie strefy wyznaczone zostały jedynie na głównych rzekach karpackich oraz na większości ich największych dopływów (o powierzchni od ok. 50 km<sup>2</sup>). Małe zlewnie w większości nie mają takich opracowań. Przekłada się to często na nieprawidłowe działania planistyczne, które potęgują straty powodziowe, przyczyniając się do wzrostu poziomu ryzyka powodziowego. Przykładem mogą być niewielkie potoki przepływające przez Maków Podhalański, które już niejednokrotnie w historii doprowadzały do zalania znacznych fragmentów miasta. Największe zagrożenie stanowi Księży Potok przepływający przez centrum miasta. Powoduje on zalanie głównie terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (MN), położonych bezpośrednio nad uregulowanym korytem potoku. Rozlewając się





Ryc. 5. Obszar zalewowy w Kasince Małej w 2014 r.

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 5. Flooded areas in the Kasinka Mała in 2014

Source: author's own work.

w dolnym biegu na obszarze miasta doprowadza do zalania bądź podtopienia terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej z usługami (MWU), zabudowy mieszkaniowej z usługami (MU) oraz terenów usług komercyjnych (UCI) (*MPZP Makowa Podhalańskiego...* 2007; ryc. 4). Na tych terenach powoduje on znaczne straty materialne, zwłaszcza w infrastrukturze technicznej i komunalnej.

Dla zlewni, na których opracowano zasięgi występowania wód powodziowych, ich strefy są często zbyt małe. W dokumentach planistycznych wymagane jest wyznaczenie strefy zalewowej dla tzw. wody stuletniej (1%). Wydaje się, że dla większych rzek karpackich gdzie podczas powodzi następuje znacznie wolniejszy przybór wód, a wysokość ich piętrzenia w porównaniu do powierzchni zasilania małych zlewni nie jest aż tak duża, przestrzeganie odpowiednich zapisów prawnych (*Ustawa...* 2003) może w znaczącym stopniu obniżyć poziom ryzyka powodziowego. W przypadku powodzi błyskawicznych w małych zlewniach, podczas których notuje się przepływy przekraczające tzw. wodę 500-letnią (0,2%) czy nawet 1000-letnią (0,1%), wyznaczona w dokumentach planistycznych strefa bezpośredniego zagrożenia powodzią (1%) nie gwarantuje skutecznej ochrony. Można nawet zaryzykować stwierdzenie, że stwarza złudne bezpieczeństwo i wspiera działania potęgujące wzrost poziomu ryzyka powodziowego (działania na rzecz zwiększenia tzw. ekspozycji na powódź).

Obniżenie poziomu ryzyka powodziowego w małych zlewniach karpackich jest znaczącym problemem. Wyznaczenie w dokumentach planistycznych szerokich stref zalewowych w małych zlewniach oraz ich wyłączenie spod zabudowy jest dosyć problematyczne. Analizując uwarunkowania terenowe można stwierdzić, że spod zabudowy musiałyby często zostać wyłączone całe dna dolin. W małych zlewniach beskidzkich takie działania znacząco utrudniłyby rozwój osadnictwa, które, ze względu na znaczne nachylenie stoków oraz obszary osuwiskowe, koncentruje się w dolinach oraz niższych częściach stoków. Wydaje się, że koszty wynikające z wyłączenia spod zagospodarowania tak rozległych terenów są wyższe od potencjalnie powstałych strat. Można jednak zaproponować pewne kierunki postępowania w celu ich obniżenia. Należy kontynuować prace nad tworzeniem map zagrożenia powodziowego, obejmując nimi coraz mniejsze zlewnie. Pozwoli to identyfikować obszary zagrożone zalaniem oraz da podstawy prawne do ich uwzględniania w lokalnych dokumentach planistycznych (*Ustawa...* 2003). Ponie-

waż prace te są kosztowne, powstaje pytanie, które zlewnie objąć opracowaniem. Analiza cech zlewni karpackich (Bryndal 2014a) wykazała, że niektóre z nich sprzyjają formowaniu gwałtownych wezbrań, dlatego mapy zagrożenia powodziowego najlepiej wyznaczyć w tych zlewniach, w których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wyższe.

Drugi aspekt związany jest z rozmiarami wezbrania. W małych zlewniach powinno się wyznaczać strefę tzw. maksymalnego wiarygodnego wezbrania, zgodnie z metodologią prezentowaną w pracy M. Ozgi-Zielińskiej i innych (2003), lub wykorzystać tzw. równania obwiedni dla przepływów maksymalnych (Bartnik i Jokiel 2012; Bryndal 2014d). Metody te pozwalają określić maksymalne prawdopodobne strefy zalewów. Wyznaczenie takich obszarów mogłoby skutkować pozytywnymi zmianami. Na przykład, informacja ta zawarta w planach uświadamiałaby mieszkańcom tych terenów o występowaniu na obszarze ich zamieszkania zagrożenia powodziowego. Ponadto wyznaczenie obszarów zagrożonych powodziowo umożliwiłoby wprowadzenie w planach miejscowych bardziej rygorystycznych zaleceń dotyczących budowy na tych obszarach nowych zabudowań, np. ustalenia rzędnej poziomu mieszkalnego, budowy podpiwniczenia itp. (Bryndal 2014b). Właściciele istniejącej już zabudowy obligowałoby to do podjęcia działań prewencyjnych, w celu ograniczenia skutków wystąpienia ewentualnej powodzi. Z kolei samorządy lokalne, znając obszar występowania potencjalnego zalewu wód powodziowych, mogłyby racjonalnej planować rozwój infrastruktury technicznej i komunalnej, a ponadto mogłyby opracować plany reagowania w czasie trwania powodzi oraz postępowania po jej ustąpieniu.

## **Podziękowania**

Autorzy pragną podziękować anonimowemu Recenzentowi za cenne uwagi i sugestie, które przyczyniły się do podniesienia jakości finalnej wersji artykułu, oraz Dyrekcji IMGW-PIB za udostępnienie danych hydrologicznych i meteorologicznych.



## Literatura

- Bartnik A., Jokiel P., 2012, *Geografia wezbrań i powodzi rzecznych*, Wyd. UŁ, Łódź.
- Bryndal T., 2008, *Parametry zlewni, w których wystąpiły lokalne powodzie*, Annales UMCS, Sectio B, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 63, 177–200.
- Bryndal T., 2009, *Przepływy maksymalne odnotowane podczas gwałtownych wezbrań, spowodowanych krótkotrwałymi ulewnymi opadami deszczu w małych zlewniach karpackich* [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, Fund. Roz. UG, Gdańsk, 329–334.
- Bryndal T., 2010, *Parametry hydrologiczne wezbrań spowodowanych krótkotrwałymi intensywnymi opadami deszczu w Polsce*, Annales UMCS, Sectio B, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 65, 43–71.
- Bryndal T., 2011, *Identyfikacja małych zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań (na przykładzie Pogórza Dynowskiego, Strzyżowskiego i Przemyskiego)*, Przegląd Geograficzny, 83 (1), 27–49.
- Bryndal T., 2014a, *Identyfikacja małych zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań w Karpatach Polskich*, Prace Monograficzne, 690, UP im KEN, Kraków.
- Bryndal T., 2014b, *Znaczenie map zagrożenia oraz ryzyka powodziowego w ograniczeniu skutków powodzi błyskawicznych w miastach* [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.), *Woda w mieście*, IG UJK, Kielce, 29–37.
- Bryndal T., 2014c, *Powodzie błyskawiczne w małych zlewniach karpackich - wybrane aspekty zarządzania ryzykiem powodziowym*, Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia Geographica, 6 (170), 65–76.
- Bryndal T., 2014d, *Parametry hydrologiczne wezbrań opadowo-nawalnych w polskiej, słowackiej i rumuńskiej części Karpat*, Przegląd Geograficzny, 86 (1), 5–21.
- Cabaj W., Ciupa T., Bryndal T., 2002, *Rola czynników naturalnych i antropogenicznych w kształtowaniu lokalnych powodzi w południowej części Wyżyny Małopolskiej* [w:] T. Ciupa, Ciepeliowski A., 1970, *Maksymalne wielkości spływów jednostkowych z deszczów nawalnych*, Przegląd Geograficzny, 15 (2), 179–193.
- Dębski K., 1969, *O potencjalnym najwyższym odpływie z krótkotrwałych deszczów nawalnych*, Rozporządzenie Hydrotechniczne, 23, 51–63.
- Franczak P., 2013, *Zagrożenie powodziowe w zlewni górnej Skawy*, praca magisterska, Zakład Hydrologii IGiGP UJ.

- Franczak P., 2014, *Rola wielkich wezbrań powodziowych w kształtowaniu życia ludności w zlewni górnej Skawy od XV wieku* [w:] P. Krąż (red.), *Współczesne problemy i kierunki badawcze w geografii*, IGiGP UJ, Kraków, 117–129.
- Gaume E., Bain V., Bernardara P., Newinger O., Barbuc M., Bateman A., Blaškovičová L., Blöschl G., Borga M., Dumitrescu A., Daliakopoulos I., Garcia J., Irimescu A., Kohnova S., Koutroulis A., Marchi L., Matreata S., Medina V., Preciso E., Sempere-Torres D., Stancalie G., Szolgay J., Tsanis I., Velasco D., Viglione A., 2009, *A compolation of data on European flash floods*, *Journal of Hydrology*, 367 (1–2), 70–78.
- Gorczyca E., 2004, *Przekształcanie stoków fliszowych przez procesy masowe, podczas katastrofalnych opadów (dorzecze Łososiny)*, Wyd. UJ, Kraków.
- Konieczny R., Siudak M., Bogdańska-Warmuz M., Madej P., Walczykiewicz T., 2012, *Opracowanie systemu zapobiegania i sposoby ograniczania skutków powodzi oraz zasad funkcjonowania systemów ostrzeżeń* [w:] H. Lorenc (red.), *Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo, Kłęski żywiołowe a bezpieczeństwo wewnętrzne kraju*, IMGW, 3, Warszawa, 281–302.
- Kupczyk E., Suligowski R., (red.), *Obieg wody w zmieniającym się środowisku*, *Prace Instytutu Geografii AŚ*, 7, 353–360.
- Lach J., Lewik P., 2002, *Powódź w lipcu 2001 na Sądectczyźnie i jej skutki* [w:] Z. Górka A. Jelonek (red.), *Geomorfologiczne uwarunkowania rozwoju Małopolski*, Instytut Geografii UJ, Kraków, 199–204.
- Lenart W., 1993, *Opad atmosferyczny* [w:] U. Soczyńska (red.), *Podstawy hydrologii Dynamicznej*, Wyd. UW, Warszawa, 101–116.
- Majewski W., 2002, *Powódź w Gdańsku w lipcu 2001 roku*, *Gospodarka Wodna*, 1, 21–23.
- Meldunek z realizacji odbudowy zniszczeń po kłęskach żywiołowych w lipcu i sierpniu 2001 roku (powodzie, osuwiska, huragany)*, 2005, Urząd Miejski w Makowie Podhalańskim.
- Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego dla obszaru obejmującego obszar miasta Maków Podhalański* (Uchwała nr 81/2007 Rady Miejskiej w Makowie Podhalańskim z dnia 29 sierpnia 2007 r.).
- Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego gminy Mszana dolna wsi Kasinka Mała* (Nr XXXI/253/04 Rady Gminy Mszana Dolna z dnia 30 listopada 2004 r.).
- Ozga-Zielińska M., Kupczyk E., Ozga-Zieliński B., Suligowski R., Niedbała J., Brzeziński J., 2003, *Powodziogenność rzek pod kątem bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych i zagrożenia powodziowego*, *Materiały Badawcze IMGW, Hydrologia i Oceanologia*, 29.

- Parczewski W., 1960, *Warunki występowania nagłych wezbrań na małych ciekach*, Wiad. Służby Hydrolog. i Meteorolog., 8 (3), 1–159.
- Pociask-Karteczka J., Żychowski J., 2014, *Powodzie błyskawiczne (flash floods) – przyczyny i przebieg* [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.), *Woda w mieście*, IG UJK, Kielce, 213–226.
- Raport z wykonania wstępnej oceny ryzyka powodziowego, 2011. Pozyskano z: <http://www.kzgw.gov.pl/pl/Wstepna-ocena-ryzyka-powodziowego.html>, (dostęp: 2014.13.01).
- Słysz K., Pawłowska K., 2010, *Powodzie a planowanie przestrzenne* [w:] M. Maciejewskim M. Ostojski (red.), *Forum Naukowo-Techniczne Powódź 2010*, IMGW-PIB, Warszawa, 174–186.
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003 r.*, (Dz.U. z 2003 r. Nr 80 poz. 717) z późniejszymi zmianami (Dz.U. z 2012 r. poz. 647, 951, 1445; Dz.U). Pozyskano z: <http://isap.sejm.gov.pl/Download?id=WDU20030800717&type=3>, (2014.10.03).
- Ziętara T., 2002, *Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby terenu oraz niszczeniu infrastruktury osadniczej w górnej części dorzecza Wisły* [w:] Z. Górka, A. Jelonek (red.), *Geomorfologiczne uwarunkowania rozwoju Małopolski*, Wyd. UJ, Kraków, 37–45.
- Żurawek R., 1999, *Zmiany erozyjne w dolinach rzek Sudetów Kłodzkich wywołane powodzią w lipcu 1997 r. oraz w lipcu 1998 r.*, *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 45, 45–61.